

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-292514
(P2002-292514A)

(43) 公開日 平成14年10月 8 日 (2002.10.8)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

デマート^{*} (参考)

B 2 3 C 5/10

Z 3 C 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-101424 (P2001-101424)

(22) 出願日 平成13年 3 月30日 (2001. 3. 30)

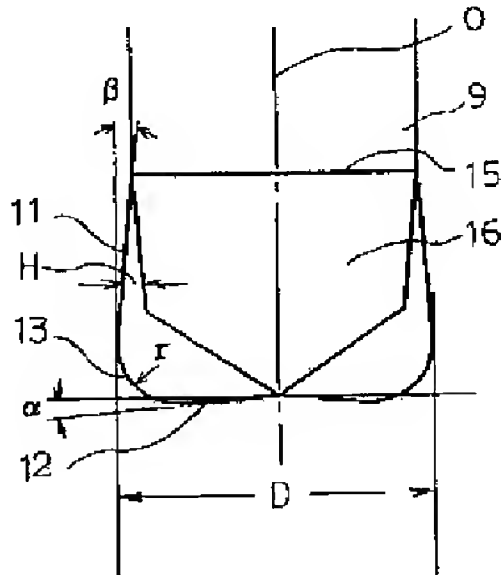
(71) 出願人 000233066
日立ツール株式会社
東京都江東区東陽4丁目1番13号
(72) 発明者 島添 雅浩
滋賀県野洲郡野洲町大字三上35-2 日立
ツール株式会社野洲工場内
Fターム (参考) 3C022 KK03 KK04 KK06 KK23 KK25
KK26

(54) 【発明の名称】 小径の等高線切削用エンドミル

(57) 【要約】

【課題】 深彫り加工を高能率で等高線切削ができる小径のラジラスエンドミルを提供する。

【解決手段】 外周刃と、中低勾配を有する底刃と、これら外周刃と底刃との繋ぎ部にコーナR刃を形成した刃部を有するラジラスエンドミルであって、外周刃はその回転軌跡が逆テーパ形状の軌跡になるように形成され、この逆テーパ形状の片角を3°～30°とした小径の等高線切削用エンドミルである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】外周刃と、中低勾配を有する底刃と、前記外周刃と前記底刃との繋ぎ部にコーナR刃を有するラジラスエンドミルであって、前記外周刃はその回転軌跡が逆テーパ形状の軌跡になるように形成され、前記逆テーパ形状の片角を 3° ～ 30° としたことを特徴とする小径の等高線切削用エンドミル。

【請求項2】前記底刃の中低勾配の勾配角度を 5° ～ 20° としたことを特徴とする請求項1に記載の小径の等高線切削用エンドミル。

【請求項3】工具刃径をDとしたときに、前記コーナR刃の半径を $0.05D$ ～ $0.2D$ としたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の小径の等高線切削用エンドミル。

【請求項4】工具刃径をDとしたときに、前記刃部のシャンク側の刃元部の径を 0.85 ～ $0.95D$ としたことを特徴とする請求項1から請求項3の何れかに記載の小径の等高線切削用エンドミル。

【請求項5】前記外周刃と心厚部とが形成する刃溝の深さは、前記外周刃の有効刃長のシャンク側終端部において0としたことを特徴とする請求項1から請求項4の何れかに記載の小径の等高線切削用エンドミル。

【請求項6】前記シャンク側の刃元部からシャンク方向に次第にその径が拡大するテーパ形状を有する首部に連接されるとともに、前記首部のテーパ形状の片角を 5° 以下としたことを特徴とする請求項1から請求項5の何れかに記載の小径の等高線切削用エンドミル。

【請求項7】工具刃径は6mm以下であることを特徴とする請求項1から請求項6の何れかに記載の小径の等高線切削用エンドミル。

【請求項8】前記外周刃、前記底刃及び前記コーナR刃を備えた刃部をシャンクまたは首部に焼き嵌め、ろう付け、あるいは圧入等により一体に接合したことを特徴とする請求項1から請求項7の何れかに記載の小径の等高線切削用エンドミル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラスチック金型の深彫り加工を等高線切削により高能率で行うための小径のエンドミル、特に刃径が6mm以下のラジラスエンドミルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】エンドミルは、外周刃と底刃を備えており、各種の金型等の切削加工に広く使用されている。金型等の切削加工においては3次元の曲面加工が要求されるため、従来からボールエンドミルが使用されてきた。近年、切削加工の高効率化が強く要求されるようになり、その結果、回転数が数万回転/分、送り速度が数メートル/分の高速工作機械が普及している。ボールエンドミルは輪郭部の定義が単純であるためにNCプログラ

ミングは容易に作成できる利点がある。しかし、回転中心部は切削速度が発生しないために、ボール刃の全周にわたって均一な切削性が得られないという欠点がある。さらに、ボールエンドミルは、金型の底面の隅部の削り残しが大きくなるために、ボールエンドミルのノーズ半径は大きく設定できず、このノーズ半径は工具径と直接関連するために、工具自体の剛性に影響がでるという欠点もある。

【0003】このため、金型の3次元曲面加工においては、上記ボールエンドミルに代えてラジラスエンドミルも使用されてきている。ラジラスエンドミルは、直角肩削りを行うスクエアエンドミルと、曲面加工を行うボールエンドミルの中間に位置するエンドミル工具である。またラジラスエンドミルは、ボールエンドミルとスクエアエンドミルの中間的な形状をしているため、金型等のR面取り加工用の切削工具として用いられていたが、スクエアエンドミルでは不可能であった曲面加工も行うことができるという長所を備えている。さらに、ラジラスエンドミルは、ボールエンドミルの欠点である回転中心付近の低速な領域がなく、精度の高い曲面加工にも用いることができる。このため、最近のMC（マシニングセンター）のように主軸を制御する工作機械やNC制御ソフトウェアの発達により、ラジラスエンドミルを用いた高回転数による高速切削加工が広く普及してきている。特にプラスチック成形用金型においては、加工幅が狭く、かつ深いリブ溝について、高能率の深彫り加工が強く要求されてきている。このようなリブ溝の切削加工は、小径、例えば刃径が6mm以下の長尺のラジラスエンドミルが用いられている。

【0004】従来から用いられている汎用的なラジラスエンドミルの一例（特開平11-90722号公報、特開平11-216609号公報）を図8、図9に示す。図8に示すラジラスエンドミル1は、シャンク2の一端部の側面に工具軸心Oとのねじれ角 n を有する外周刃3と、シャンク2の一端部には底刃4を設け、さらに外周刃3と底刃4との繋ぎ部に円弧状のコーナR刃5を設けたものである。そして、外周刃3と底刃4は、2～6枚ほどで形成されている。

【0005】また、切削加工時の底刃4の切削抵抗を低減させるために、図9に示すように、底刃4は工具軸心Oと直交する線に対して角度 α の中低勾配を有するように形成されている。この中低勾配の角度 α は、一般には $1\sim 2^{\circ}$ に形成されている。また、コーナR刃5のR部の長さは、一般にはこのコーナR部が形成する円の約 $1/4$ 円弧になるように形成されている。なお、図8において、6は隣接する外周刃3の間に形成された刃溝である。この刃溝6は、底刃4からシャンク2方向にその刃溝深さが次第に減少するように形成され、外周刃3の有効刃長 l のシャンク側の終端部から若干の距離ほどシャンク2の方向に延びた刃溝6aを有している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このような汎用ラジラスエンドミル1をそのままサイズダウンして、長尺で小径、特に刃径が6mm以下のラジラスエンドミル1を製作し、図10に示すような深彫り加工を等高線切削により行くと、次のような不具合が発生する。すなわち、被加工物7と各刃部（外周刃、底刃、コーナR刃）との接触長さが大きくなって、小径のラジラスエンドミル1は剛性が小さいためにびびり振動等が発生しやすくなり、加工精度の低下や刃部の破損を招く危険性が生じる。この理由は次の通りである。

1) 底刃4の中低勾配の角度 α が $1\sim 2^\circ$ と小さいために、底刃4と被加工物7との接触長さが大きくなり、底刃4にかかる切削抵抗が増大する。

2) コーナR刃5の長さが刃径と比べて大きいために、コーナR刃5と被加工物7との接触長さが大きくなり、コーナR刃5にかかる切削抵抗が増大する。

3) 外周刃3がストレートであるために、外周刃3と被加工物7との接触長さが大きくなり、外周刃7にかかる切削抵抗が増大する。なお、外周刃にバックテーパを形成したエンドミルも実用化されているが、そのテーパ量は $1/100$ 程度と小さい値であった。特に、深彫り加工を行う場合には、最も底の部分までを同一の工具で加工するため、溝の深さを加工できる長い工具突き出し量で最初から行わなければならない、びびり振動が発生しやすくなる。

【0007】さらに、上記理由を図11により詳細に説明すると次のようになる。ラジラスエンドミル1を用いて等高線切削により深彫りを行う場合には、主としてコーナR刃5と外周刃3が寄与する。このとき、ラジラスエンドミル1にかかる切削応力Fを工具軸心Oと直交する方向の切削応力F1と、工具軸心O方向の切削応力F2とに分解すると、上記のようにコーナR刃5の長さは、このコーナR刃5が形成する円の約 $1/4$ 円弧と大きく設定されていたため、及び、外周刃3は適度な逆テーパ形状に形成されていないために、 $F1 > F2$ の状態になる。この $F1 > F2$ の状態では等高線切削を継続すると、小径のラジラスエンドミルは剛性が小さいために、びびり振動が発生するようになる。

【0008】また、他の従来技術としては、例えば本出願人が先に出願した特開平10-151513号公報がある。同公報記載のエンドミルは、細径のエンドミルの強度低下を極小に抑えることを目的として、一端に刃部、その他端にシャンクを有し、その中間にテーパ部と首部を有するソリッドエンドミルにおいて、首部の直径は刃径よりわずかに小さく、刃部と首部の繋ぎには段差を有し、テーパ部と首部の繋ぎには段差を有しない構成とし、さらに、切れ刃のねじれ角を $5\sim 20^\circ$ とし、刃溝の深さが切れ刃の先端で深く、後端で刃径の5%以下になるように刃溝に勾配を設けたものである。

【0009】しかしながら、小径で、長尺のエンドミルにおいては、細くて長い形状である為、元来強度的に弱く、上記の特開平10-151513号公報に開示されているエンドミルにおいても、強度面の向上効果は少なく、等高線切削によりリブ溝等の深彫り加工に用いる上において、不十分な状態であった。本発明は上記従来のエンドミルをさらに改善し、その目的とするところは、金型等の3次元曲面を有する深彫り加工を等高線切削により、高速、高送りで切削加工を行うことが可能であり、刃径が6mm以下の小径のラジラスエンドミルを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、外周刃と、中低勾配となる底刃と、前記外周刃と前記底刃との繋ぎ部にコーナR刃を形成した刃部を有するエンドミルであって、前記外周刃はその回転軌跡が逆テーパ形状の軌跡になるように形成され、その軌跡の逆テーパ形状の片角を $3^\circ\sim 30^\circ$ とした小径の等高線切削用エンドミルであり、更に、本発明は前記底刃の中低勾配の勾配角度を $5^\circ\sim 20^\circ$ にした小径の等高線切削用エンドミルであって、刃部の刃径が6mm以下のラジラスエンドミルに適用して等高線切削に効果を発揮するものである。また、前記刃部の径をDとしたときに、前記コーナR刃の半径は、 $0.05D\sim 0.2D$ とした小径の等高線切削用エンドミルであり、さらに前記刃部のシャンク側の刃元部の径を $0.9D\pm 0.05$ とした小径の等高線切削用エンドミルである。また、前記刃部に形成した外周刃と心厚部とが形成する刃溝の深さは、前記外周刃の有効刃長のシャンク側終端部において0になるように刃溝を形成した小径の等高線切削用エンドミルである。更に、前記刃部はそのシャンク側の刃元部からシャンク方向に次第にその径が拡大するテーパ形状を有する首部に接続された構成であるとともに、この首部のテーパ形状の片角を 5° 以下にした小径の等高線切削用エンドミルである。また、上記のような構成の刃部をシャンクまたは首部に、焼き嵌め、ろう付け、あるいは圧入等により一体に接合した小径の等高線切削用エンドミルである。

【0011】本発明において、外周刃の回転軌跡が形成する逆テーパの半角度を $3^\circ\sim 30^\circ$ に限定した理由は、 3° 未満であると、外周刃が被加工物の加工面と接触する長さが大きくなり、図11に示す切削応力Fの水平分力F1が、垂直分力F2と比較して大きくなり、びびり振動が発生しやすくなるからである。また、 30° を越えると、コーナR刃に切削抵抗がかかり過ぎるようになり、小径のエンドミルではコーナR刃の強度が低下してコーナR刃が破損する危険性が生じるからである。底刃の中低勾配の角度を $5^\circ\sim 20^\circ$ に限定した理由は、 5° 未満であると、底刃が被加工物の加工面と接触する長さが大きくなり、切削抵抗が増え、刃径が6mm以下の小径のエンドミルは破損する危険性が生じるから

である。また、 20° を越えると、底刃の強度が低下するからである。

【0012】本発明において、刃部の刃径を D としたときに、コーナR刃の半径を $0.05D \sim 0.2D$ に限定した理由は、 $0.05D$ 未満であると、コーナR刃が小さくなり過ぎて強度が低下して、等高線切削時にこのコーナR刃に集中した切削抵抗のためにコーナR刃が破損する危険性が生じるからである。また、 $0.2D$ を越えると、コーナR刃が被加工物の加工面と接触する長さが大きくなり、等高線切削時にびびり振動が発生しやすくなるからである。

【0013】本発明において、刃部の刃径を D としたときに、刃部のシャンク側の刃元部の径を $0.9D \pm 0.05$ に限定した理由は、 $0.85D$ 未満であると、この刃元部の径が小さくなり過ぎてこの刃元部の強度が低下し、刃元部から破損する危険性が生じるからである。また、 $0.95D$ を越えると、外周刃のバックテーパの角度が必然的に小さくなり、外周刃が被加工物の加工面と接触する長さが大きくなり、外周刃にかかる切削抵抗が増大するからである。

【0014】本発明において、刃部にテーパ形状の首部を接続したときに、この首部のテーパ形状の片角を 5° 以下にした理由は、 5° を越えると被加工物と干渉するおそれがあるからである。また、刃部に形成した外周刃と心厚部とが形成する刃溝の深さは、外周刃の有効刃長のシャンク側終端部において 0 としたとした理由は、この刃溝の切り上がりにより首部の断面積が減少して強度が低下し、小径のエンドミルはこの切り上がり部から破損する危険性が生じるからである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明の小径の等高線切削用エンドミルの第1の実施の形態を示す正面図である。図1において、本発明の小径のラジアスエンドミル8（以下、エンドミル8という）は、シャンク9、刃部10から構成されている。刃部10は、刃部10の側面外周部に形成された外周刃11、刃部10の端面に形成された底刃12、底刃12と外周刃11との繋ぎ部に形成された円弧状のコーナR刃13から構成されている。また、底刃12の刃数は2～6枚形成するようにする。14は、隣接する外周刃11の間に形成された刃溝である。なお、エンドミル8の材質は従来から採用されているWC-Cr系等の超硬合金製とし、刃部11には適切な耐摩耗性被覆層を形成する。

【0016】本発明のエンドミル8は、図2に示すように、外周刃11の回転軌跡が工具軸心O方向となす角度（テーパの片角） β は $3 \sim 30^\circ$ になるように外周刃に逆テーパを形成する。このように外周刃11に角度 $3 \sim 30^\circ$ の逆テーパを形成することにより、等高線切削を行うときに、前記の通り外周刃11が被加工物と当たる

長さが短くなるので、刃部10にかかる切削抵抗は減少し、エンドミル8のびびり振動の発生を抑制することができる。

【0017】さらに図2に示すように底刃12は、工具軸心Oと直交す線に対する勾配角度 α が $5^\circ \sim 20^\circ$ になる中低勾配を有するように形成する。同一平面上の等高線切削が終了し、工具軸心O方向にエンドミル8を所定量送って次の平面の等高線切削を開始するときに、底刃12は切れ刃としての作用を行う。このとき、底刃12に角度 α が $5^\circ \sim 20^\circ$ の中低勾配を設けることにより、小径のエンドミルの工具軸心O方向にかかる切削抵抗を小さくすることができ、底刃12の損傷やエンドミル8の折れを防ぐことができる。

【0018】また本発明は、図2に示すように、刃部10の径を D 、刃部10とシャンク2とを接続する刃元部15の径を d としたときに、 d は $0.85 \sim 0.95D$ になるようにし、刃元部15の径 d が小さくなり過ぎて強度が低下することを防止する。さらに、刃径が6mm以下の小径のエンドミルでは、コーナR刃13の半径 r は、刃径 D に対して可能な限り小さくしてコーナR刃13にかかる切削抵抗を減少させ、図11に示す切削応力の水平分力 F_1 の値を小さくすることが重要である。本発明の刃径が6mm以下のエンドミルにおいては、コーナR刃13の半径 r は、 $0.05D \sim 0.2D$ になるように形成するとよい。

【0019】図2において、 H は、外周刃11と心厚部16とが形成する刃溝14の刃溝深さを表している。本発明において、この刃溝深さ H は、図3に示すように外周刃11の有効刃長 l のシャンク側終端部において実質的に 0 になるように形成する。すなわち、外周刃11の切り上がり部 k には、刃溝14は延長して設けない構造にする。このような構成の刃溝14を形成することにより、刃元部15近傍の工具径の減少を防止できるので、刃径が6mm以下のエンドミルの剛性の低下を防止することができる。なお、上記の刃溝深さ H は、外周刃11の有効刃長 l のシャンク側終端部において実質的に 0 にすると、刃溝はダイヤモンド砥石等を用いて加工を行うが、刃径が6mm以下の小径のエンドミルではこの加工作業は高度な加工技術を要するため、若干の溝加工の誤差を含むことを意味するものである。

【0020】続いて、本発明の第2の実施の形態を図4に基いて説明する。図4に示す第2の実施の形態であるエンドミル17は、その刃部10の構成は図1に示す第1の実施の形態と同一であるが、シャンク9と刃部10との間にテーパ形状の首部18を設けたものである。この首部18は、図5に示すように、刃元部15からシャンク方向にその径が次第に拡大するような形状にする。そして、首部18が工具軸心O方向となす角度 θ （テーパの片角）は 5° 以下になるようにしたものである。この首部18を設けることにより、被加工物との干渉を避

け、小径のエンドミルであるが剛性を低下させない長尺のエンドミルを提供することができる。

【0021】続いて、本発明の第3の実施の形態を図6、図7に基づいて説明する。この第3の実施の形態は、突出部19を有する刃部10を別個に製作し、図6に示す例では、この刃部10をシャンク9の一端部に形成した孔部20に焼き嵌め、ろう付け、あるいは圧入等によりシャンク9に一体に接合したものである。同じく図7に示す例では、刃部10を首部18の一端部に形成した孔部21に焼き嵌め、ろう付け、あるいは圧入等により首部18に一体に接合したものである。この第3の実施の形態においては、刃部10のみをWC-Cr系超硬合金で製作し、シャンク9や首部10を工具鋼で製作することができるので、本発明のエンドミルのコスト低減を行うことができる。

【0022】

【実施例】（実施例1）図1～図3に示す第1の本発明例1と、図8に示す従来例であるラジウスエンドミルを製作し、切削状態を確認するとともに、工具寿命の比較テストを行った。本発明例1には、外周刃はその回転軌跡が逆テーパ形状になるように形成し、この逆テーパ形状の片角は 10° とした。従来例ではこの逆テーパ形状は設けなかった。また、中低勾配の勾配角度については、本発明例は 8° 、従来例では 2° とした。刃部の径（刃径D）は双方とも3mmとした。また、コーナR刃の半径については、本発明例1は $0.1D$ （0.3mm）、従来例では $0.3D$ （0.9mm）とした。シャンク側の刃元部の径は、本発明例1は $0.9D$ （2.7mm）になるようにし、外周刃と心厚部とが形成する刃溝の深さについては、本発明例1および従来例ともに有効刃長のシャンク側終端部において0とした。また、刃部の材質は、双方ともにWC-Cr系超硬合金製とし、各刃には硬さ92HRAの超粒子超硬合金製でTiAlNの硬質膜を被覆した。そして、被加工物の材質をS55C材とし、深さ30mm、壁面の形状が平面と曲面からなり、各壁面の勾配が 3° と 5° のポケット形状の深彫り加工を行った。

【0023】切削条件は、回転数10000min⁻¹、送り速度500mm/min、工具軸方向切り込み0.2mm、工具突き出し量は工具径の1.2倍にあたる36mmで、等高線切削によりミストによるセミドライ加工を行った。その結果、本発明例1は、深さ30mmまでびびり振動もほとんどなく、安定した切削ができ、正常な工具摩耗形態であり、まだ切削可能な状態であった。従来例は、外周刃が被加工物と接触する深さ1mmよりびびり振動が発生し、深さ3mmですでにコーナR刃にチッピングが生じており、深さ10mmの加工途中に刃部と首部の繋ぎ目で折損し、寿命となった。

【0024】（実施例2）次に、本発明例1の外周刃の逆テーパ形状の片角を 2° 、 3° 、 5° 、 10° 、 15° 、 20° 、 30° 、 40° に変化させたものを本発明例2～9として製作し、比較テストを行った。全工具とも、深さ30mmまで加工可能であったが、逆テーパ形状の片角が 2° のものは、外周刃のチッピングを含む摩耗が激しく、深さ20mmを超えたあたりからびびり振動が発生し、片角が 40° のものは、深さ2mmあたりでコーナR刃にチッピングを生じ、深さ30mmまで加工した時点ですでに工具寿命に達している状態であった。また、この逆テーパ形状の片角が $3^\circ \sim 30^\circ$ のものはすべて良好な切削状態であり、とくに逆テーパの片角が $10^\circ \sim 20^\circ$ のものが安定し、良好な切削状態であった。

【0025】（実施例3）次に、本発明例1の底刃の中低勾配の勾配角度を 3° 、 5° 、 10° 、 15° 、 20° 、 25° に変化させたものを本発明例10～15として製作し、比較テストを行った。全工具とも、深さ30mmまで加工可能であったが、底刃の中低勾配が 3° のものは、底刃の摩耗が若干大きく、深さ10mmを超えたあたりからびびり振動が発生し、底刃の中低勾配が 25° のものは、深さ7mmを越えたあたりから底刃およびコーナR刃に微小チッピングが生じた始めた。また、この勾配角度が $5^\circ \sim 20^\circ$ のものはすべて良好な切削状態であり、とくに底刃の中低勾配が $10^\circ \sim 20^\circ$ のものは安定し、良好な切削状態であり、正常かつ微少な摩耗形態であった。

【0026】（実施例4）次に、刃径Dを3mmとした本発明例1のコーナR刃の半径を $0.03D$ 、 $0.05D$ 、 $0.15D$ 、 $0.20D$ 、 $0.25D$ に変化させた本発明例16～20を製作し、比較テストを行った。全工具とも、深さ30mmまで加工可能であったが、コーナR刃の半径が $0.03D$ のものは、深さ10mmあたりからコーナR刃に微小チッピングを生じ、また、コーナR刃の半径が $0.25D$ のものは、深さが20mmあたりからびびり振動が発生し、外周刃及びコーナR刃がチッピング先行型の摩耗形態を示した。コーナR刃の半径が $0.05D$ 、 $0.15D$ 、 $0.20D$ のものは、深さ30mmまで安定した切削状態であり、正常かつ微少な摩耗形態であった。

【0027】（実施例5）次に、前記した図4、図5に示す首部のテーパ形状の片角を 3° とした例についても前記テストと同様に製作し、比較テストを行った。首部18を設けた場合についても、切削性が良好になり、かつチッピングを抑制でき、更にびびり振動がない安定した切削が可能であった。

【0028】

【発明の効果】以上説明した本発明は、切削加工時に被加工物と外周刃、底刃、コーナR刃との接触長さが短くなるので、特に金型等の深彫り加工を等高線切削により高速、高送り切削が可能になるとともに、工具寿命の高い刃径が6mm以下の小径のラジウスエンドミルを提供

することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の第1の実施の形態を示す全体正面図である。

【図2】図2は、図1に示す刃部の回転軌跡を示す拡大図である。

【図3】図3は、図1に示す刃部の拡大図である。

【図4】図4は、本発明の第2の実施の形態を示す全体正面図である。

【図5】図5は、図4に示す刃部の回転軌跡を示す拡大図である。

【図6】図6は、本発明の第3の実施の形態を示す全体正面図である。

【図7】図7も、第3の実施の形態の他の実施例を示す全体正面図である。

【図8】図8は、従来のラジラスエンドミルを示す全体正面図である。

【図9】図9は、図8の刃部の拡大図である。

【図10】図10は、エンドミルを用いて等高線切削を行う方法を説明するための説明図である。

【図11】図11は、従来のラジラスエンドミルを用いて等高線切削を行ったときの切削応力の状態を説明する

ための説明図である。

【符号の説明】

- 1 ラジラスエンドミル
- 2 シャンク
- 3 外周刃
- 4 底刃
- 5 コーナR刃
- 6、6a 刃溝
- 7 被加工物
- 8 ラジラスエンドミル
- 9 シャンク
- 10 刃部
- 11 外周刃
- 12 底刃
- 13 コーナR刃
- 14 刃溝
- 15 刃元部
- 16 心厚部
- 17 エンドミル
- 18 首部
- 19 突出部
- 20、21 孔部

【図1】

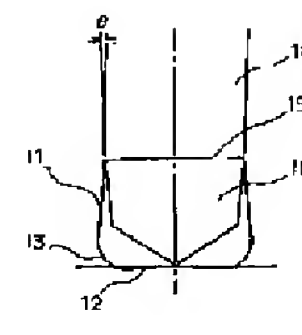
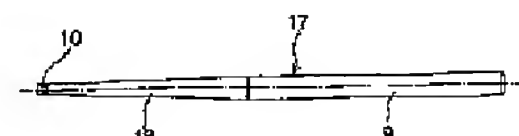
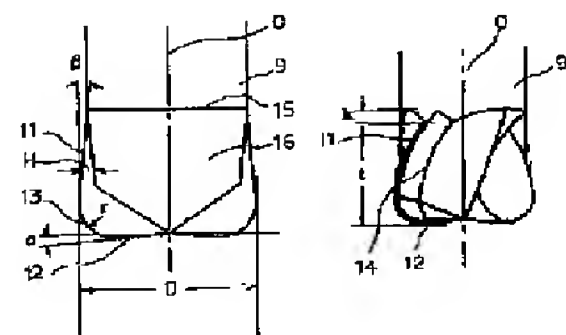
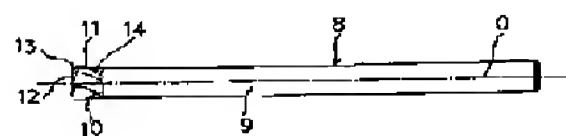
【図2】

【図3】

【図4】

【図5】

【図8】



【図6】

【図10】



【図7】

【図9】

【図11】

